

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re Application of: **Yoshihiro MUTOH, ET AL**

Serial No.: not yet known

Filing Date: HERewith

For: LASER BEAM MACHINE

MAIL STOP PATENT APPLICATION

Commissioner for Patents

P. O. Box 1450

Alexandria, VA 22313-1450.

Sir:

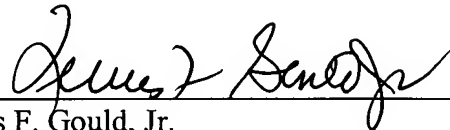
CLAIM OF FOREIGN PRIORITY

Priority under the International Convention for the Protection of Industrial Property and under 35 USC 119 is hereby claimed for the above-identified patent application, based upon Japanese Patent Application No. JP2003-38857 filed February 17, 2003. A certified copy of the application is submitted herewith which perfects the Claim of Foreign Priority.

Respectfully submitted,

Dated:

January 4, 2004



Lewis F. Gould, Jr.
Registration No. 25,057
DUANE MORRIS, LLP.
One Liberty Place
Philadelphia, PA 19103
(215) 979-1282

Docket No. 3005-55

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日 2003年 2月17日
Date of Application:

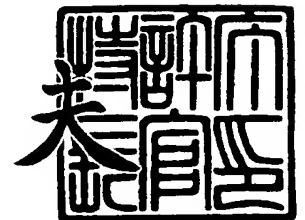
出願番号 特願2003-038857
Application Number:
[ST. 10/C]: [JP2003-038857]

出願人 ヤマザキマザック株式会社
Applicant(s):

2003年 9月19日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今井 康



【書類名】 特許願
【整理番号】 021082
【あて先】 特許庁長官殿
【国際特許分類】 B23K 26/04

【発明者】

【住所又は居所】 愛知県丹羽郡大口町大字小口字乗船 1 番地 ヤマザキマ
ザック株式会社本社工場内

【氏名】 武藤 善博

【発明者】

【住所又は居所】 愛知県丹羽郡大口町大字小口字乗船 1 番地 ヤマザキマ
ザック株式会社本社工場内

【氏名】 伊藤 正樹

【発明者】

【住所又は居所】 愛知県丹羽郡大口町大字小口字乗船 1 番地 ヤマザキマ
ザック株式会社本社工場内

【氏名】 北本 哲一

【発明者】

【住所又は居所】 愛知県丹羽郡大口町大字小口字乗船 1 番地 ヤマザキマ
ザック株式会社本社工場内

【氏名】 永田 善啓

【特許出願人】

【識別番号】 000114787

【氏名又は名称】 ヤマザキマザック株式会社

【代理人】

【識別番号】 100083138

【弁理士】

【氏名又は名称】 相田 伸二

【選任した代理人】

【識別番号】 100082337

【弁理士】

【氏名又は名称】 近島 一夫

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 069328

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9902944

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 レーザ加工機

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 レーザ光をワークに照射することの出来る、レーザ照射手段を設け、該レーザ照射手段は、前記レーザ光の射出口と、該射出口の外周に、前記ワークに対向する環状電極とを有し、該環状電極と前記ワークとの間に生じる静電容量に基づいて、前記レーザ照射手段と前記ワークとの間隙長を制御することの出来る、間隙長制御手段を設けたレーザ加工機において、

前記レーザ照射手段は、前記環状電極の内周に、中心電極を有し、

前記中心電極の電位を、0 または正の定電圧に制御することの出来る、中心電極電位制御手段を設けたことを特徴とするレーザ加工機。

【請求項 2】 前記中心電極は、前記レーザ光の射出口を中心として同心円状に形成された、ワーク対向面を有することを特徴とする、請求項 1 記載のレーザ加工機。

【請求項 3】 前記レーザ照射手段は、前記中心電極と前記環状電極との間に介在する、第 1 のガード環状電極を有し、

前記環状電極を接続する、入力インピーダンスが ∞ の入力部と、前記第 1 のガード環状電極を接続する、出力インピーダンスが 0 の出力部とを有する、インピーダンス変換手段を設け、

前記環状電極に高周波電圧を供給することの出来る、高周波電圧供給手段を設けたことを特徴とする、請求項 1 記載のレーザ加工機。

【請求項 4】 前記レーザ照射手段は、前記インピーダンス変換手段の出力部に接続された、第 2 のガード環状電極を、前記環状電極の外周に有することを特徴とする、請求項 3 記載のレーザ加工機。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、ワークの切断加工などを行なうことが出来る、レーザ加工機に係り、詳しくは、トーチに設けた環状電極とワークとの間の静電容量に基づいて、

トーチ先端とワークとの間の間隙長を制御することの出来る、レーザ加工機に関する。

【0002】

【従来の技術】

従来、この種のレーザ加工機は、レーザ光を照射するトーチに環状電極を設け、該環状電極とワークとの間に生じる静電容量に基づいて、トーチ先端とワークとの間の間隙長を一定に制御することにより、トーチをワークに対して相対的に移動駆動させながら、レーザ光の焦点位置を、ワークの集光すべき所定位置に制御することの出来る、倣い制御機能を有していた。

【0003】

しかし、レーザ光をワークに照射すると、イオンや電子の荷電粒子などからなるプラズマが、加工点から発生するため、上記静電容量が間隙長とは無関係に変動して、上述した倣い制御機能が正常に機能しない場合があった。これに対して、環状電極を加工点から遠ざけるよう構成した、レーザ加工機が提案されているが（例えば、特許文献1）、プラズマが多く発生した場合、プラズマが環状電極に接近して、上述と同様に静電容量を変動させる不都合があった。

【0004】

そこで、例えば図7（a）に示すように、トーチ50に設けた環状電極51の内周に、絶縁層53を介してガード電極52を設け、該ガード電極52に高周波電圧を供給することによって、該高周波電圧による電気力線FLを発生させ、静電容量 C_{GAP} をプラズマPZから電氣的に遮断し、上述したプラズマPZによる静電容量 C_{GAP} の変動を防止することの出来る、レーザ加工機が提案されている（例えば、特許文献2）。

【0005】

【特許文献1】

特開昭64-22490号公報（第6-8頁、第1図）

【特許文献2】

特開平3-165989号公報（第7-9頁、第1図）

【発明が解決しようとする課題】

しかし、上述したようなレーザ加工機であっても、図 7 (b) に示すように、プラズマ P Z が多く発生する場合、高周波電圧による電気力線 F L がプラズマ P Z に引き込まれるため、静電容量 C_{GAP} をプラズマ P Z から完全に遮断することが出来なくなり、環状電極 51 とプラズマ P Z の間に、静電容量 C_{GAP} を変動させる静電容量 C_{PZ} が生じることにより、倣い制御機能が、上述と同様に正常に機能しない不都合があった。

【0006】

本発明は、上記した事情に鑑み、レーザ光の照射によりプラズマが多く発生する場合であっても、倣い制御を正常に機能させることの出来る、レーザ加工機を提供することを目的とするものである。

【0007】

【課題を解決するための手段】

請求項 1 の発明は、レーザ光 (R Z) をワーク (60) に照射することの出来る、レーザ照射手段 (20) を設け、該レーザ照射手段 (20) は、前記レーザ光の射出口 (23a) と、該射出口 (23a) の外周に、前記ワーク (60) に対向する環状電極 (28) とを有し、該環状電極 (28) と前記ワーク (60) との間に生じる静電容量 (C_{GAP}) に基づいて、前記レーザ照射手段 (20) と前記ワーク (60) との間隙長 (GAP) を制御することの出来る、間隙長制御手段 (33、35、37、37a、40) を設けたレーザ加工機 (1) において、

前記レーザ照射手段 (20) は、前記環状電極 (28) の内周に、中心電極 (23) を有し、

前記中心電極 (23) の電位を、0 または正の定電圧に制御することの出来る、中心電極電位制御手段 (39) を設けたことを特徴として構成される。

【0008】

請求項 2 の発明は、前記中心電極 (23) は、前記レーザ光の射出口 (23a) を中心として同心円状に形成された、ワーク対向面 (23b) を有することを特徴として構成される。

【0009】

請求項 3 の発明は、前記レーザ照射手段 (20) は、前記中心電極 (23) と前記環状電極 (28) との間に介在する、第 1 のガード環状電極 (27a) を有し、

前記環状電極 (28) を接続する、入力インピーダンスが ∞ の入力部 (38a) と、前記第 1 のガード環状電極 (27a) を接続する、出力インピーダンスが 0 の出力部 (38b) とを有する、インピーダンス変換手段 (38) を設け、

前記環状電極 (28) に高周波電圧 (V_{HF}) を供給することの出来る、高周波電圧供給手段 (36) を設けたことを特徴として構成される。

【0010】

請求項 4 は、前記レーザ照射手段 (20) は、前記インピーダンス変換手段の出力部 (38b) に接続された、第 2 のガード環状電極 (27b) を、前記環状電極 (28) の外周に有することを特徴として構成される。

【0011】

【発明の効果】

請求項 1 の発明によれば、レーザ照射手段 (20) は、環状電極 (28) の内周に、中心電極 (23) を有しており、中心電極電位制御手段 (39) は、中心電極 (23) の電位を、0 または正の定電圧に制御するので、該定電圧に制御された中心電極 (23) 上に存在する、レーザ光 (RZ) の照射により生じたプラズマ (PZ) 中の荷電粒子 (例えば電子やイオン) を、当該中心電極 (23) を介して吸収することが可能となり、レーザ照射手段 (20) とワーク (60) との間の空間における、プラズマ (PZ) の拡散を抑制することが出来る。これにより、プラズマ (PZ) が多量に発生する場合であっても、環状電極 (28) からの電気力線 (例えば、図 5 及び図 6 に示す FLGAP) がプラズマ (PZ) により乱されることがなくなり、環状電極 (28) とワーク (60) との間に生じる静電容量 (C_{GAP}) の変動を防止することが出来、間隙長制御手段 (33、35、37、37a、40) は、誤動作することなく、レーザ照射手段 (20) とワーク (60) との間隙長 (GAP) を制御することが出来る。

【0012】

また、中心電極 (23) の電位を、正の定電圧に制御した場合、中心電極 (

23)上に存在する荷電粒子だけでなく、レーザ照射手段(20)とワーク(60)との間の空間に拡散している、電子やマイナスイオンなどの荷電粒子を、正の定電圧に制御された当該中心電極(23)を介して吸収することが出来るので、レーザ照射手段(20)とワーク(60)との間の空間における、プラズマ(PZ)の拡散を更に抑制することが出来る。

【0013】

請求項2の発明によれば、中心電極(23)は、レーザ光の射出口(23a)を中心として同心円状に形成された、ワーク対向面(23b)を有するので、射出口(23a)に対向する加工点(例えば図5及び図6に示すP)から略同心円状に拡散する、プラズマ(PZ)の荷電粒子を、上記ワーク対向面(23b)を介して吸収し、プラズマ(PZ)の拡散を効率的に抑制することが出来る。

【0014】

請求項3の発明によれば、レーザ照射手段(20)は、中心電極(23)と環状電極(28)との間に介在する、第1のガード環状電極(27a)を有しており、インピーダンス変換手段(38)は、環状電極(28)を接続する、入力インピーダンスが ∞ の入力部(38a)と、第1のガード環状電極(27a)を接続する、出力インピーダンスが0の出力部(38b)とを有している。そして、高周波電圧供給手段(36)は、上記環状電極(28)に高周波電圧(V_{HF})を供給し、該供給された高周波電圧(V_{HF})による所定電圧(例えば V_{GAP})は、環状電極(28)と、入力部(38a)から出力部(38b)を介して、第1のガード環状電極(27a)とに印加されるので、第1のガード環状電極(27a)とワーク(60)との間に生じる静電容量(例えば図5及び図6に示す C_a)が変動する場合であっても、上記所定電圧(例えば V_{GAP})の変動を防止することが出来る。これにより、第1のガード環状電極(27a)からの電気力線(例えば、図5及び図6に示す FL_a)を、プラズマ(PZ)と、環状電極(28)とワーク(60)の間に生じる静電容量(C_{GAP})との間に介在させることが可能となり、環状電極(28)からの電気力線(例えば図5及び図6の FL_{GAP})をプラズマ(PZ)に終端させることを防止でき、環状電極(28)とワーク(60)との間に生じる静電容量(C_{GAP})の変動を、更に防止

することが出来る。

【0015】

また、第1のガード環状電極(27a)からの電気力線(例えば図5及び図6に示すFLa)は、高周波電圧(V_{HF})により発生するので、プラズマ(PZ)中の荷電粒子に一定のクーロン力を与えることなく、これら荷電粒子を、レーザ照射手段(20)とワーク(60)との間の空間に拘束することが出来、プラズマ(PZ)の拡散を抑制することが出来る。

【0016】

請求項4の発明によれば、レーザ照射手段(20)は、インピーダンス変換手段の出力部(38b)に接続された、第2のガード環状電極(27b)を、環状電極(28)の外周に有しており、高周波電圧供給手段(36)により供給された高周波電圧(V_{HF})による所定電圧(例えば V_{GAP})が、環状電極(28)及び第1のガード環状電極(27a)と共に、第2のガード環状電極(27b)に印加されるので、環状電極(28)からの電気力線(例えば、図5及び図6に示すFLGAP)を、法線方向からワーク(60)に終端させることが出来る。これにより、環状電極(28)とワーク(60)との間に生じる静電容量(C_{GAP})を、間隙長(GAP)のみに応じて変化させることが出来、間隙長制御手段(33、35、37、37a、40)は、精度の高い、間隙長(GAP)の制御を行うことが出来る。

【0017】

なお、括弧内の番号などは、本発明の理解を助けるために、図面における対応する要素を便宜的に示すものである。従って、本記述は図面上の記載に限定拘束されるものではなく、また、この符号の記載により本発明を解釈すべきでない。

【0018】

【発明の実施の形態】

図1は、本発明が適用されるレーザ加工機の一例を示す全体斜視図、図2は、トーチの一例を示す図で、(a)は概略側面(一部断面)図、(b)は概略底面図、図3は、制御装置の一例を示すブロック図、図4は、インピーダンス変換

部及び中心電極電位制御部の周辺における概略回路図、図5は、本発明による倣い制御であって、中心電極を接地した場合の説明図、図6は、本発明による倣い制御であって、中心電極を正の電位に制御した場合の説明図、図7は、従来のレーザ加工機による倣い制御の説明図で、(a)はプラズマの発生量が少ない場合、(b)はプラズマの発生量が多い場合である。

【0019】

図1は、本発明の一実施例であるレーザ加工機1を示している。本発明が適用されるレーザ加工機1は、例えば加工用CNC装置（NC切断機）であり、ワーク設置装置1a、レーザ照射装置1b、及び制御装置1cを備えている。ワーク設置装置1aの上方には、レーザ照射装置1bが配設されており、ワーク設置装置1a及びレーザ照射装置1bには、制御装置1cが付設されている。

【0020】

ワーク設置装置1aには、当該レーザ加工機1を床に固定させる、ベース2が設けられており、ベース2には、その上面にテーブル3が設けられている。テーブル3には、ワーク60を載置する水平なワーク搭載面3aが設けられており、ワーク搭載面3aは、適宜な駆動モータ（図示せず）により、ベース2に対して矢印A、B方向（X軸方向）に移動駆動自在に設けられている。また、ワーク搭載面3aには、載置されたワーク60を接地することの出来る、接地処理手段（図示せず）が設けられている。

【0021】

レーザ照射装置1bには、コラム5が設けられており、コラム5は、X軸方向に移動駆動自在な上記テーブル3に干渉することがないように、テーブル3を跨ぐ形でベース2に固定されている。また、コラム5には、X軸方向に直角かつ水平な矢印C、D方向（Y軸方向）に沿って、サドル用レール5a、5aが設けられており、サドル用レール5a、5aには、適宜な駆動モータ（図示せず）により、コラム5に対してY軸方向に移動駆動自在な、サドル6が設けられている。

【0022】

また、サドル6の内部には、加工ヘッド本体（図示せず）が設けられており

、加工ヘッド本体は、適宜な駆動モータ（図示せず）により、コラム 5 に対して X 及び Y 軸方向に直角な矢印 E、F 方向（Z 軸方向）に、移動駆動自在に構成されている。

【0023】

また、コラム 5 には、上記サドル 6 よりも図 1 中の矢印 B 側（紙面奥側）の位置において、レーザ発振器（図示せず）が設けられている。レーザ発振器は、レーザ媒質が、例えば、CO₂（炭酸ガス）や YAG（イットリウム・アルミニウム・ガーネット単結晶）などからなり、当該媒質を介してレーザ光を発振・射出自在に構成されている。また、レーザ発振器は、レーザ光路管 7 を介して上記加工ヘッド本体に接続されている。

【0024】

レーザ光路管 7 は、上記レーザ発振器に接続された光路管 7 a（破線により一部のみ図示）及び、該光路管 7 a と加工ヘッド本体との間を矢印 A、B 方向に接続した伸縮管 7 b を有している。伸縮管 7 b は、サドル 6 と光路管 7 a との間の動きに伴って伸縮するテレスコーピック機構などにより構成されている。従って、前記レーザ発振器により発振・射出されたレーザ光は、レーザ光路管 7 の光路管 7 a の内部を通過し、更に伸縮管 7 b の内部を通過する形で、サドル 6 内の加工ヘッド本体に到達するようになっている。

【0025】

加工ヘッド本体には、外スリーブ部材 9 が設けられており、外スリーブ部材 9 は、適宜な駆動モータ（図示せず）により、Z 軸に平行な軸心 CT1 を中心に、加工ヘッド本体に対して回転駆動・位置決め自在に軸支されている。外スリーブ部材 9 には、回転先端部材 10 が設けられており、回転先端部材 10 は、適宜な駆動モータ（図示せず）により、軸心 CT1 に直角かつ水平な軸心 CT2 を中心に、外スリーブ部材 9 に対して回転駆動・位置決め自在に軸支されている。回転先端部材 10 には、ワーク搭載面 3 a に対して直角に向いたトーチ 20 が設けられている。また、トーチ 20 には、サーボモータ 37 a（図示せず）が設けられており、トーチ 20 は、該サーボモータ 37 a を介して図中上下方向に移動・位置決め自在に構成されている。

【0026】

外スリーブ部材 9 及び回転先端部材 10 の内部には、適宜な反射鏡（図示せず）が設けられており、これら反射鏡は、加工ヘッド本体に到達して該加工ヘッド本体の内部を通過したレーザ光を、外スリーブ部材 9、回転先端部材 10、及びトーチ 20 の内部を通過させて、ワーク 60 に対して法線方向から照射できるように構成されている。

【0027】

また、外スリーブ部材 9 の内部には、適宜な集光レンズ（図示せず）が設けられており、該集光レンズは、レーザ光を、ワーク 60 における集光すべき所定位置に集光できるように構成されている。更に、トーチ 60 には、窒素などアシストガスのボンベに接続されたアシストガス放出手段（図示せず）が設けられており、アシストガス放出手段は、ワーク 60 に対してアシストガスを放出自在に構成されている。

【0028】

図 2 は、トーチの一例を示す図で、(a) は概略側面（一部断面）図、(b) は概略底面図である。トーチ 20 には、図 2 (a) に示すように、集光されたレーザ光 R Z（2 点鎖線）に干渉しないように、略円錐形状の中空部 21 a が形成された、内スリーブ部材 21 が設けられている。内スリーブ部材 21 は、上述した図 1 に示す回転先端部材 10 に、保持部 25 を介して係合されている。また、内スリーブ部材 21 の図中下方には開口部 21 b が設けられており、該開口部 21 b には、中心電極 23 が嵌入されている。

【0029】

中心電極 23 は、適宜な導電性材料からなり、略円筒形状に形成されている。また、該円筒形状は、上記内スリーブ部材 21 と同様に、レーザ光 R Z（2 点鎖線）に干渉しないように、図中上方側が開口している。一方、円筒形状の図中下方側には、図 2 (b) に示すように、略円形状に形成された、プラズマ対向面 23 b が設けられており、プラズマ対向面 23 b の中心には、レーザ光 R Z の射出口 23 a が設けられている。

【0030】

中心電極 23 の外周には、適宜な材料からなる絶縁層 26 a を介して、第 1 ガード電極 27 a が設けられている。第 1 ガード電極 27 a は、適宜な導電性材料からなり、図 2 (a) に示すように略円筒形状に形成されている。また、第 1 ガード電極 27 a の外周には、絶縁層 26 b を介して、センサ電極 28 が設けられている。センサ電極 28 も、第 1 ガード電極 27 a と同様に、適宜な導電性材料からなり、同図 (a) に示すように略円筒形状に形成されている。更に、センサ電極 28 の外周には、絶縁層 26 c を介して、第 2 ガード電極 27 b が設けられている。第 2 ガード電極 27 b も、第 1 ガード電極 27 a 及びセンサ電極 28 と同様に、適宜な導電性材料からなり、同図 (a) に示すように略円筒形状に形成されている。なお、第 1 ガード電極 27 a は、接触部 C T を介して第 2 ガード電極 27 b と電氣的に接続されている。

【0031】

即ち、第 1 ガード電極 27 a、センサ電極 28、及び第 2 ガード電極 27 b は、図 2 (b) に示すように、それぞれ環状に形成されている。従って、トーチ 20 は、中心電極 23 の射出口 23 a を中心として、中心電極 23 のプラズマ対向面 23 b、絶縁層 26 a、第 1 ガード電極 27 a、絶縁層 26 b、センサ電極 28、絶縁層 26 c、及び第 2 ガード電極 27 b の順に同心円状に構成されている。なお、以下の説明では、第 1 ガード電極 27 a と第 2 ガード電極 27 b を区別する必要がない場合は、単に、ガード電極 27 a、27 b と表現する。

【0032】

次いで、図 3 は、制御装置 1 c の一例を示すブロック図を示している。レーザ加工機 1 の制御装置 1 c は、図 3 に示すように、主制御部 30 を有しており、主制御部 30 にはバス線 41 を介して、キーボードなどの入力部 31、加工制御部 32、変位量演算部 33、基準電圧メモリ 35、高周波電圧供給部 36、サーボモータ駆動制御部 37、中心電極電位制御部 39、電圧検出部 40 などが接続されている。

【0033】

また、サーボモータ駆動制御部 37 には、サーボモータ 37 a が接続されている。高周波電圧供給部 36 には、センサ電極 28 が接続されており、インピー

ダンス変換部 38 を介して、第 1 ガード電極 27 a、及び第 2 ガード電極 27 b が接続されている。中心電極電位制御部 39 には、中心電極 23 が接続されている。

【0034】

図 4 は、インピーダンス変換部 38 及び中心電極電位制御部 39 の周辺における概略回路図を示している。なお、図 4 は、発明の理解を容易にするために必要な要素のみを示しており、実際の回路は、更に複雑なもので各種の能動素子や受動素子などを含むものである。

【0035】

高周波電圧供給部 36 には、高周波電源（図示せず）が設けられており、高周波電圧供給部 36 は、該高周波電源により、kHz ないし MHz オーダの周波数からなる、高周波電圧 V_{HF} が出力自在に構成されている。

【0036】

インピーダンス変換部（破線枠内）38 には、オペアンプ OP が設けられており、オペアンプ OP の出力端子は、抵抗などを介することなく、当該オペアンプ OP の反転入力端子（マイナス端子）に接続されることにより、該インピーダンス変換部 38 は、ボルテージホロワとして機能している。即ち、インピーダンス変換部 38 は、増幅率が略 1 であって、入力インピーダンスが ∞ の入力部 38 a と、出力インピーダンスが 0 の出力部 38 b とを有している。なお、入力インピーダンスが ∞ 、出力インピーダンスが 0 とは、入力インピーダンスと出力インピーダンスが近似的に ∞ 、0 の関係にあることを意味する。

【0037】

高周波電圧供給部 36 は、適宜な抵抗 R に接続され、分岐点 IN を介して、それぞれセンサ電極 28 と、インピーダンス変換部 38 の入力部 38 a に接続されている。また、インピーダンス変換部 38 の出力部 38 b は、分岐点 OUT を介して、それぞれ第 1 ガード電極 27 a と、電圧検出部 40 に接続されている。また、上述したように、第 1 ガード電極 27 a は、接触部 CT を介して第 2 ガード電極 27 b に電氣的に接続されているので、上記出力部 38 b は、第 1 ガード電極 27 a を介して、第 2 ガード電極 27 b に接続されている。

【0038】

また、中心電極電位制御部 39 は、定電圧電源 V S が設けられており、該定電圧電源 V S は接地されている。即ち、中心電極電位制御部 39 は、正の定電圧を中心電極 23 に出力自在であり、また 0 V の場合は（電圧を出力しない場合は）中心電極 23 に接地自在となるように構成されている。

【0039】

レーザ加工機 1 は以上のような構成を有するので、レーザ加工機 1 を用いてワーク 60 を加工する際には、まずオペレータは、図 1 に示すように、加工すべきワーク 60 をワーク搭載面 3 a 上に載置する。次いでオペレータは、制御装置 1 c が備える起動スイッチ（図示せず）を介して、レーザ加工機 1 を起動すると、接地処理手段が起動され、載置されたワーク 60 が接地される。そして、キーボードなどの入力部 31 を介して、材質や板厚などの加工条件と所定の加工形状に基づいた、加工指令を入力したとする。すると、これを受けて主制御部 30 は、当該加工指令に応じた制御の実行を、加工制御部 32 に指令する。

【0040】

加工制御部 32 は、まず、各軸の駆動モータ（図示せず）を駆動制御し、トーチ 20 を、X、Y、Z 軸の所定軸方向に移動駆動させて、所定位置（例えばピアシングポイント）に配置させる。そして、レーザ発振器（図示せず）を発振させて、レーザ光 R Z を射出させる。射出されたレーザ光 R Z は、レーザ光路管 7、加工ヘッド本体（図示せず）、外スリーブ部材 9、回転先端部材 10、及びトーチ 20 を介して、ワーク 60 に照射される。また、レーザ光 R Z の照射と共に、アシストガス放出手段（図示せず）が起動され、アシストガスがワーク 60 に放出される。

【0041】

こうして、レーザ光 R Z がワーク 60 に照射されると、加工制御部 32 は、ベース 3、サドル 6、加工ヘッド本体、外スリーブ部材 9、及び回転先端部材 10 を、適宜、移動駆動または回転駆動・位置決めすることにより、加工指令に応じた加工形状に沿って、トーチ 20 をワーク 60 に対して相対的に移動させる。この際、トーチ 20 の当該移動に伴って、トーチ 20 先端とワーク 60 との間隙

長GAPを略一定に制御する、倣い制御を実行する。

【0042】

図5は、本発明による倣い制御であって、中心電極23を接地した場合の説明図である。センサ電極28は、図5に示すように、ワーク60と対向しており、センサ電極28とワーク60との間には、図2(b)に示す環状のセンサ電極28と、これに対向するワーク60とが、コンデンサの対向電極として機能し、静電容量 C_{GAP} が生じている。従って、抵抗 R と静電容量 C_{GAP} は、ワーク60が接地処理手段により接地されていることから、高周波電圧供給部36に対して、直列回路を構成している。

【0043】

一方、第1ガード電極27aとワーク60との間には、上述した静電容量 C_{GAP} と同様に、静電容量 C_a が生じており、第2ガード電極27bとワーク60との間には、同様に、静電容量 C_b が生じている。従って、静電容量 C_a と静電容量 C_b は、インピーダンス変換部38の出力部38bに対して並列回路を構成している。

【0044】

この状態で、高周波電圧供給部36が、高周波電圧 V_{HF} を出力すると、該高周波電圧 V_{HF} は、抵抗 R を介して、センサ電極28に入力される。抵抗 R と静電容量 C_{GAP} は、上述したように直列回路を構成しているので、分岐点INの電位 V_{IN} は、静電容量 C_{GAP} 間の電圧降下分に相当し、高周波電圧 V_{HF} に対して、所定電圧値だけ低くかつ所定位相のずれた電圧（以下、「電圧 V_{GAP} 」とする）になる。

【0045】

電圧 V_{GAP} は、インピーダンス変換部38の入力部38aに入力され、当該インピーダンス変換部38の増幅率は略1なので、当該電圧 V_{GAP} が、分岐点OUTの電位 V_{OUT} としてそのまま出力される。静電容量 C_a と静電容量 C_b は、上述したように並列回路を構成しているので、出力された電圧 V_{GAP} は、第1ガード電極27aと第2ガード電極27bに、それぞれ入力される。

【0046】

即ち、第1ガード電極27a、第2ガード電極27b、及びセンサ電極28にされる電圧 V_{GAP} は、同位相なので、センサ電極28からの電気力線 F_{GAP} は、隣り合うガード電極27a、27bなどで終端することなく（つまり、静電容量 C_{GAP} と異なる静電容量が新たに生じることなく）、対向するワーク60に終端する。しかも、される電圧 V_{GAP} は、同じ電圧値なので、上記電気力線 F_{GAP} は、センサ電極28から広がりながらワーク60に終端することなく、該電気力線 F_{GAP} に隣り合う、第1ガード電極27aからの電気力線 FLa と、第2ガード電極27bからの電気力線 FLb に対して、それぞれ略平行となる。

【0047】

従って、図2（b）に示すセンサ電極28に対して法線方向のワーク60表面が、つまり当該環状電極をワーク60に投射した部分が、静電容量 C_{GAP} のワーク60側における対向電極として機能する。これにより、静電容量 C_{GAP} における対向電極の断面積（上記環状電極の面積）は、略一定となるので、静電容量 C_{GAP} は、図5に示す間隙長 GAP （つまりセンサ電極28とワーク60の最短距離）のみに応じて変化することになる。

【0048】

例えば、間隙長 GAP が大きくなると、静電容量 C_{GAP} が小さくなり（電圧 V_{GAP} が大きくなり）、逆に、間隙長 GAP が小さくなると、静電容量 C_{GAP} が大きくなる（電圧 V_{GAP} が小さくなる）関係になる。即ち、制御を実行するには、予め、所定の間隙長 GAP に応じた所定の電圧 V_{GAP} （以下、「基準電圧値」とする）を設定して、トーチ20の移動制御中に、電圧 V_{GAP} を検出して基準電圧値に対するずれを補正すればよい。

【0049】

従って、電圧検出部40は、トーチ20の移動制御中に、電位 V_{OUT} を常に検出しており、インピーダンス変換部38の出力部38bから出力された電圧 V_{GAP} が、電圧検出部40にされると、これを検出して該検出結果を変位量演算部33に出力する。

【0050】

なお、センサ電極 28 として、環状に形成された電極を示したが、必ずしも、図 2 (b) に示すような連続した「環」である必要はなく、不連続な「環」であってもよい。例えば、図 2 (b) に示すセンサ電極 28 上に、所定数（例えば 1 個ないし 3 個）の切り欠きを形成してもよく、また、分割されたセンサ電極を、環状に配置してもよい。

【0051】

一方、基準電圧メモリ 35 には、設定すべき間隙長 GAP に対応する基準電圧値のテーブルが準備されており、変位量演算部 33 は、倣い制御の起動の際に、基準電圧メモリ 35 から該テーブルを呼び出して、オペレータにより入力された加工条件（例えば材質や板厚）に基づいて、設定すべき間隙長 GAP に対応する基準電圧値を設定している。

【0052】

また、変位量演算部 33 は、電圧検出部 40 から受けた検出結果に基づいて、基準電圧値に対するずれに相当する電圧値 V を演算する。そして、該演算した電圧値 V に基づいて、電圧値 V と、間隙長 GAP に対するトーチ 20 の変位量（つまりサーボモータ 37 a の変位角度）との関係式から、間隙長 GAP に対するトーチ 20 の変位量を演算して、演算したトーチ 20 の変位量を、サーボモータ駆動制御部 37 に出力する。すると、サーボモータ駆動制御部 37 は、トーチ 20 の変位量に応じて、サーボモータ 37 a を所定変位角度だけ駆動制御する。そして、トーチ 20 が、図 5 中、上方向あるいは下方向に移動・位置決めされ、間隙長 GAP が、略一定に維持される。

【0053】

このように、倣い制御が実行されると、ワーク 60 表面の起伏に応じて、トーチ 20 の変位量が、変位量演算部 33 により直ちに演算され、間隙長 GAP を略一定となるように、サーボモータ 37 a により、トーチ 20 が移動・位置決めされる。従って、レーザ光 RZ の焦点位置は、ワーク 60 において集光すべき所定位置（例えば図 5 に示す加工点 P）に維持されることになる。

【0054】

なお、上述した倣い制御を実行するにあたり、必ずしもガード電極 27 a、

27bは必要なく、倣い制御の精度が低下するが、例えば、センサ電極28の内周にガード電極27a、27bを設けることなく、絶縁性の部材で構成するようにしてもよい。

【0055】

こうして、レーザ光RZをワーク60に照射していくと、図5に示すように、加工点Pにおいてワーク60が溶融するため、トーチ20とワーク60との間で、イオンや電子eなどの荷電粒子などからなる、プラズマPZが生じる。

【0056】

プラズマPZと静電容量 C_{GAP} の間には、既に述べたように、電気力線FLaが介在しており、センサ電極28からの電気力線FLGAPをプラズマPZに終端させることなく（つまり静電容量 C_{GAP} を変動させることなく）、電気力線FLbがプラズマPZに終端する。これにより、静電容量Caが変動するが、静電容量Caと静電容量 C_{GAP} の間には、ボルテージホロワとして機能する、インピーダンス変換部38が介在しているので、電圧 V_{GAP} は、静電容量Caの変動による影響を受けることなく、電圧検出部40は、間隙長GAPに応じた電圧 V_{GAP} を検出することが出来る。これにより、プラズマPZが発生する場合であっても、間隙長GAPを略一定となるように制御することが出来る。なお、インピーダンス変換部38の一例として、ボルテージホロワを示したが、入力インピーダンスが ∞ かつ出力インピーダンスが0であれば、必ずしも増幅率が1である必要はない。

【0057】

また、電気力線FLaは、電圧 V_{GAP} による高周波電圧より発生しているものであるから、プラズマPZ中のイオンや電子eなどの荷電粒子に、一定方向のクーロン力を与えることなく、該荷電粒子が第1ガード電極27a側に接近することを防止することが出来る。これにより、これら荷電粒子をトーチ20とワーク60との間の空間に拘束する形で、静電容量 C_{GAP} を、プラズマPZから遮断することが出来る。

【0058】

一方、静電容量 C_{GAP} の外周には、既に述べたように、第2ガード電極2

7b から電気力線 FLb が生じており、例えば、トーチ 20 が、図 5 に示すワーク 60 の斜面部 60a (2 点鎖線) に接近した場合に、センサ電極 28 からの電気力線 FLGAP を斜面部 60a に終端させることなく (つまり静電容量 C_{GAP} を変動させることなく)、電気力線 FLb が斜面部 60a に終端する。これにより、静電容量 C_b が変動するが、電圧 V_{GAP} は、上述と同様にインピーダンス変換部 38 により、静電容量 C_b の変動による影響を受けることなく、電圧検出部 40 は、ワーク 60 上に斜面部 60a などの起伏があっても、間隙長 GAP に応じた電圧 V_{GAP} を検出することが出来る。

【0059】

こうして、静電容量 C_{GAP} がプラズマ PZ から遮断された形で、上述した倣い制御が、正常に機能して実行されていく。ここで、上記プラズマ PZ が、トーチ 20 とワーク 60 との間に多量に発生したとする。すると、上述した高周波電圧による電気力線 FLa では、プラズマ PZ をトーチ 20 とワーク 60 との間の空間に拘束できなくなり、プラズマ PZ が当該空間中を拡散していく。そして、プラズマ PZ が、電気力線 FLa に接近して、多くの電気力線 FLa を引き込むと、センサ電極 28 からの電気力線 FLGAP がプラズマ PZ に終端することにより、静電容量 C_{GAP} が変動するため、倣い制御が正常に機能しなくなる。

【0060】

そこで、本発明に係るレーザ加工機 1 は、このようにプラズマ PZ が多量に発生する場合であっても、プラズマ PZ が電気力線 FLa に接近することのないように、プラズマ PZ の荷電粒子を吸収することにより、プラズマ PZ の拡散を抑制して、倣い制御を正常に機能させるものである。

【0061】

即ち、中心電極 23 は、図 5 に示すように、中心電極電位制御部 39 に接続されており、上述した倣い制御の起動と共に、中心電極電位制御部 39 が起動される。中心電極電位制御部 39 は、例えば、電圧を出力することなく、中心電極 23 を接地するように制御する。すると、中心電極 23 のプラズマ対向面 23b 全体は、電位が 0 の状態となるので、中心電極電位制御部 39 は、プラズマ対向面 23b 上に存在する電子 e などの荷電粒子を、該プラズマ対向面 23b を介し

て吸収する（接地する）。例えば、プラズマ P Z がプラズマ対向面 23 b に接している場合や、プラズマ対向面 23 b がプラズマ P Z により帯電している場合に、これら荷電粒子が吸収されることになる。

【0062】

このように、電子 e などの荷電粒子が、上述した倣い制御の実行中、プラズマ対向面 23 b を介して順次吸収されるので、トーチ 20 とワーク 60 との間の空間におけるプラズマ P Z の拡散を抑制することが出来る。これにより、プラズマ P Z が多量に発生する場合であっても、電気力線 F a のプラズマ P Z への引き込みが抑制され、上述した倣い制御を、正常に機能させることが出来る。

【0063】

中心電極 23 のプラズマ対向面 23 b は、図 2（b）に示すように、レーザー R Z の射出口 23 a を中心として、同心円状に形成されているので、加工点 P から略同心円状に拡散するプラズマ P Z の荷電粒子を吸収することより、プラズマ P Z の拡散を効率的に抑制することが出来る。

【0064】

なお、上述した中心電極電位制御部 39 により荷電粒子を吸収する手法として、中心電極 23 を接地する一例を示したが、中心電極 23 の電位を、正の電圧に制御するようにしてもよい。図 6 は、本発明による倣い制御であって、中心電極 23 を正の電位に制御した場合の説明図を示している。

【0065】

ところで、プラズマ P Z 中の荷電粒子は、既に述べたように、電子 e とプラスあるいはマイナスのイオンである。電子 e は、イオンと比較してその質量が小さいため、イオンよりも拡散し易く、トーチ 20 とワーク 60 との間の空間内を広く拡散する。従って、荷電粒子のうち電子 e を吸収することが、プラズマ P Z の拡散を抑制するために効果的である。

【0066】

即ち、中心電極電位制御部 39 は、図 6 に示すように、例えば、5 V の電圧を出力する。すると、中心電極 23 のプラズマ対向面 23 b 全体は、電圧が 5 V である正の電位の状態となるので、中心電極電位制御部 39 は、プラズマ対向面

23b上に存在する電子e（及びマイナスイオン）だけでなく、トーチ20とワーク60との間の空間に拡散している、プラズマPZ中の電子e（及びマイナスイオン）に、プラズマ対向面23b側に向いたクーロン力を生じさせて、プラズマ対向面23bを介して、吸収する（接地する）。

【0067】

このように、中心電極23の電位が正の電圧に制御されると、トーチ20とワーク60との間の空間内において拡散している、荷電粒子を吸収することが出来、プラズマPZの拡散を、更に抑制することが出来る。

【0068】

こうして、中心電極電位制御部39は、倣い制御の実行中、中心電極23の電位を0ないし正の定電圧に制御することにより、プラズマPZの拡散が抑制され、倣い制御が正常に機能して、レーザ光RZの焦点位置は、常に、ワーク60において集光すべき所定位置に維持されることになる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

図1は、本発明が適用されるレーザ加工機の一例を示す全体斜視図である。

【図2】

図2は、トーチの一例を示す図で、（a）は概略側面（一部断面）図、（b）は概略底面図である。

【図3】

図3は、制御装置の一例を示すブロック図である。

【図4】

図4は、インピーダンス変換部及び中心電極電位制御部の周辺における概略回路図である。

【図5】

図5は、本発明による倣い制御であって、中心電極を接地した場合の説明図である。

【図6】

図6は、本発明による倣い制御であって、中心電極を正の電位に制御した場

合の説明図である。

【図 7】

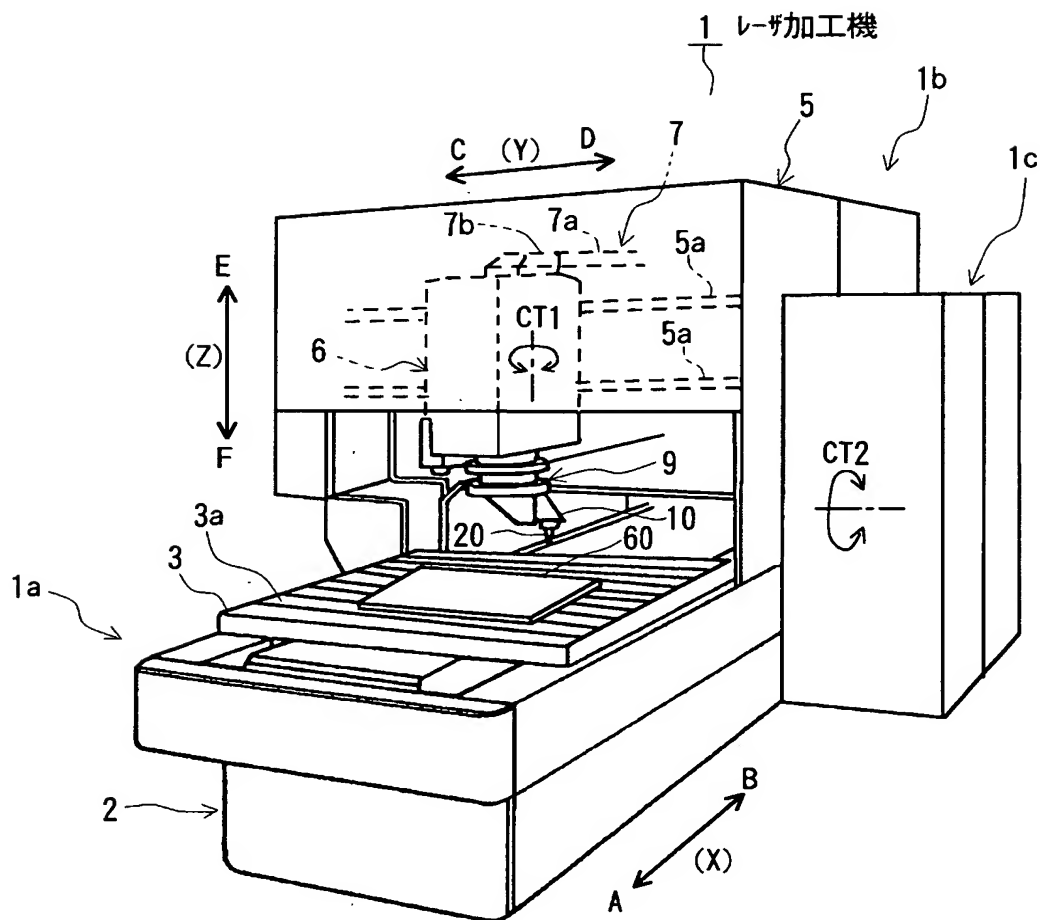
図 7 は、従来のレーザ加工機による倣い制御の説明図で、(a) はプラズマの発生量が少ない場合、(b) はプラズマの発生量が多い場合である。

【符号の説明】

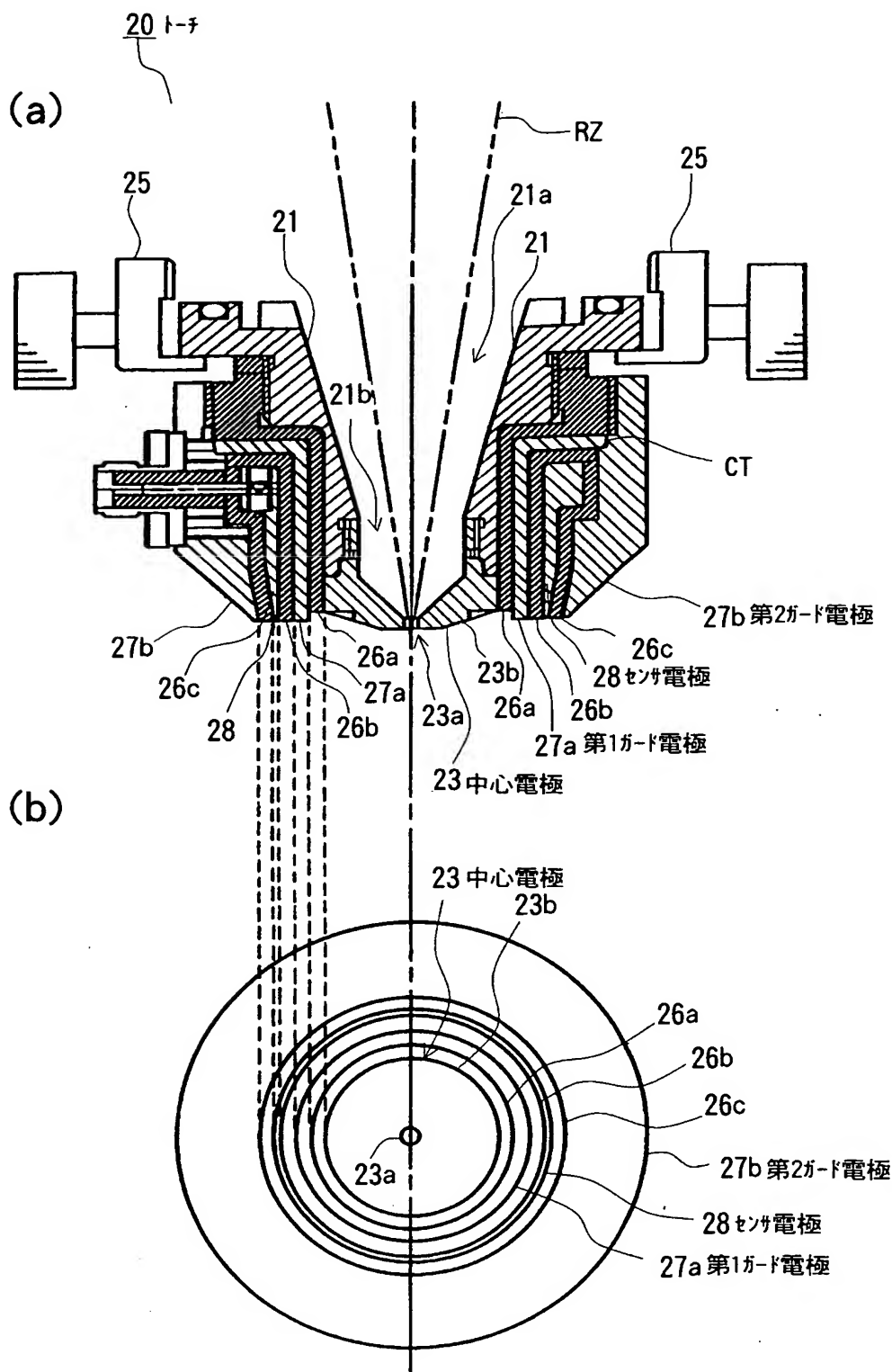
- 1 ……レーザ加工機
- 20 ……レーザ照射手段 (トーチ)
- 23 ……中心電極
- 23 a ……レーザの射出口
- 23 b ……ワーク対向面
- 27 a ……第 1 のガード環状電極 (第 1 ガード電極)
- 27 b ……第 2 のガード環状電極 (第 2 ガード電極)
- 28 ……環状電極 (センサ電極)
- 33 ……間隙長制御手段 (変位量演算部)
- 35 ……間隙長制御手段 (基準電圧メモリ)
- 36 ……高周波電圧供給手段 (高周波電圧供給部)
- 37 ……間隙長制御手段 (サーボモータ駆動制御部)
- 37 a ……間隙長制御手段 (サーボモータ)
- 38 ……インピーダンス変換手段 (インピーダンス変換部)
- 38 a ……入力部
- 38 b ……出力部
- 39 ……中心電極電位制御手段 (中心電極電位制御部)
- 40 ……間隙長制御手段 (電圧検出部)
- 60 ……ワーク
- C G A P ……静電容量
- G A P ……間隙長
- R Z ……レーザ光
- V H F ……高周波電圧

【書類名】 図面

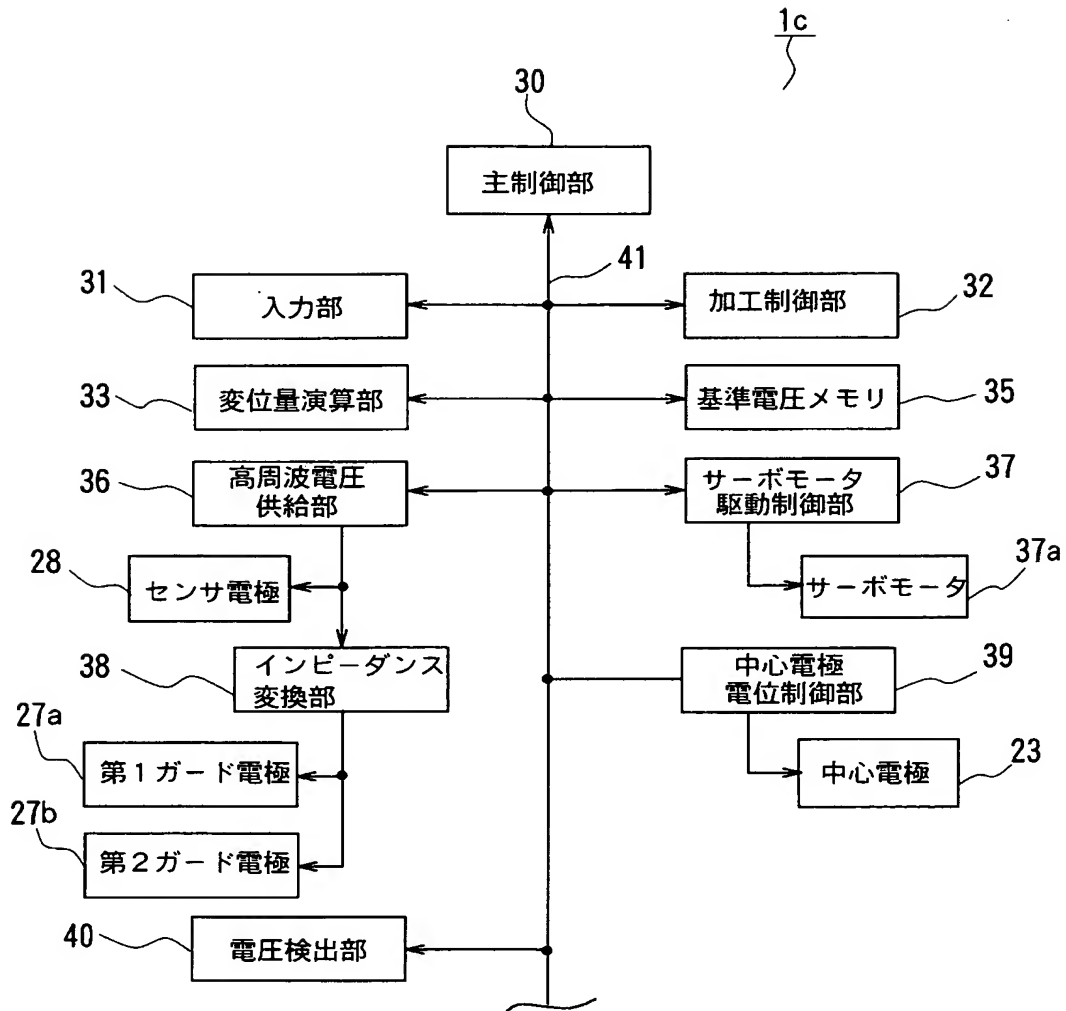
【図 1】



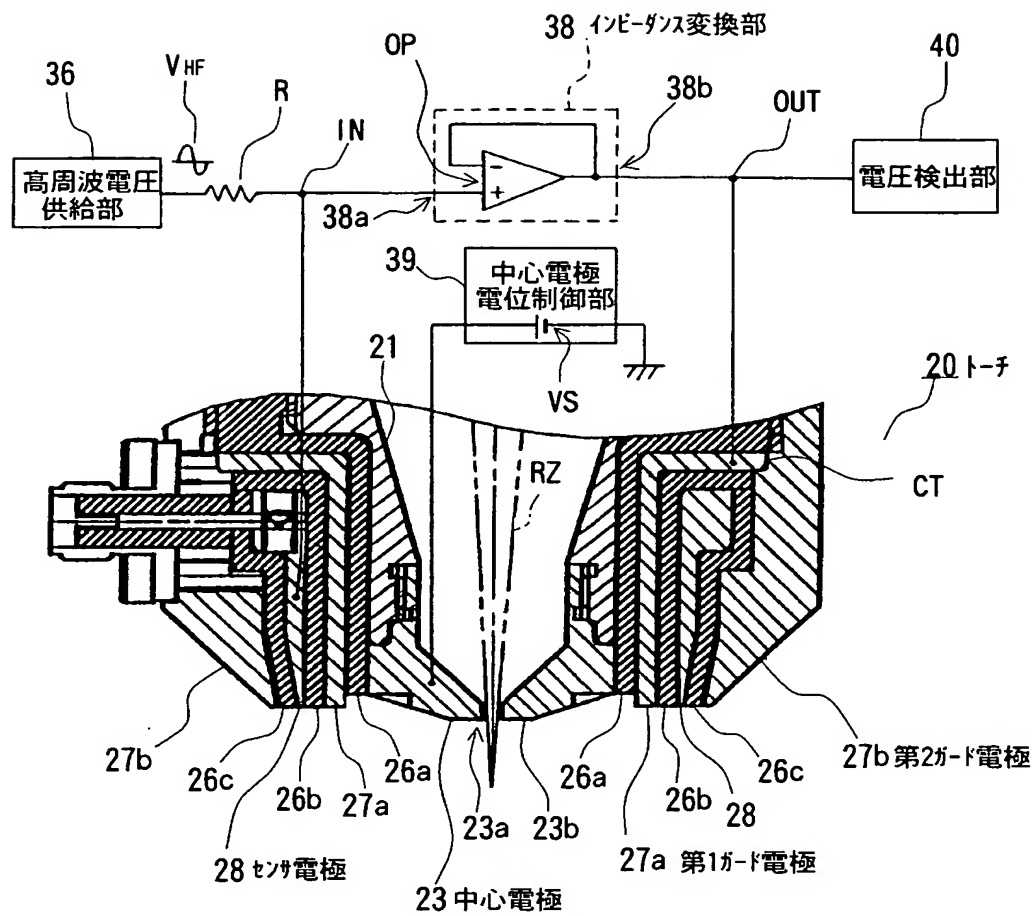
【図 2】



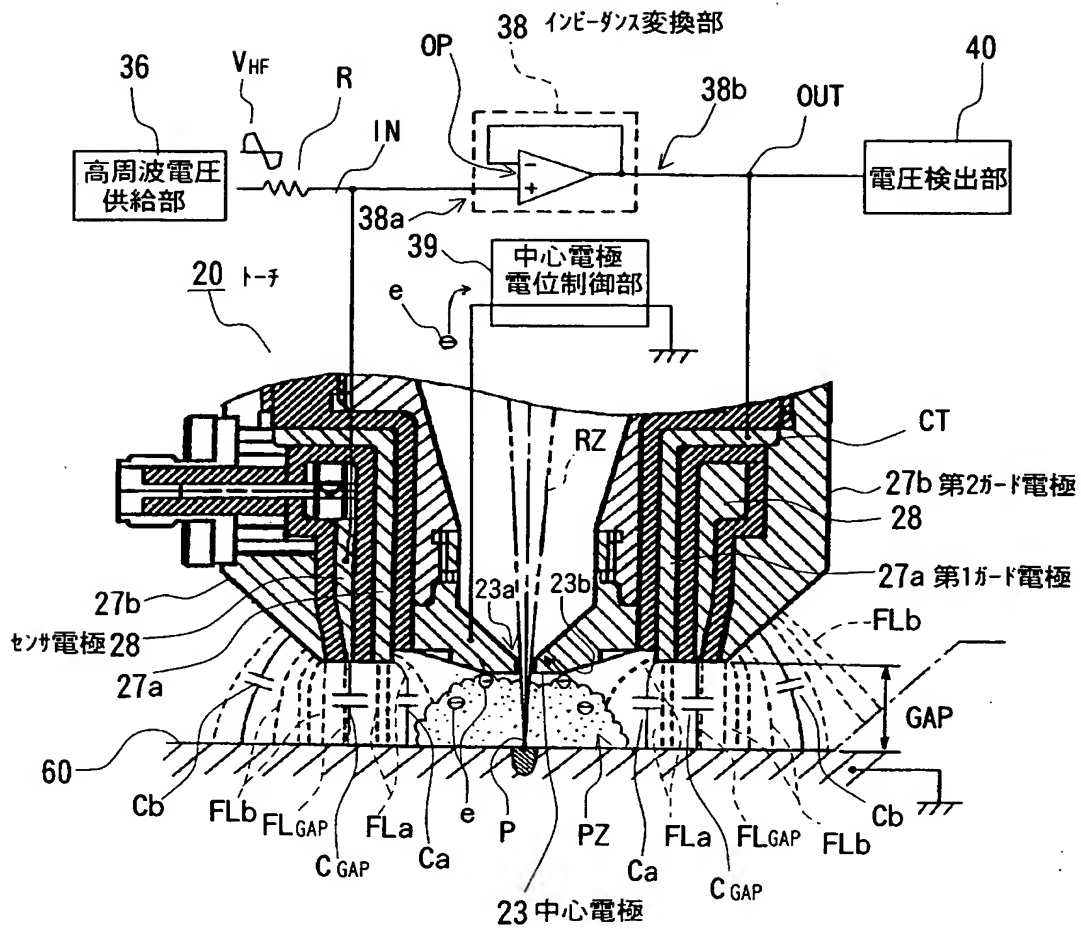
【図 3】



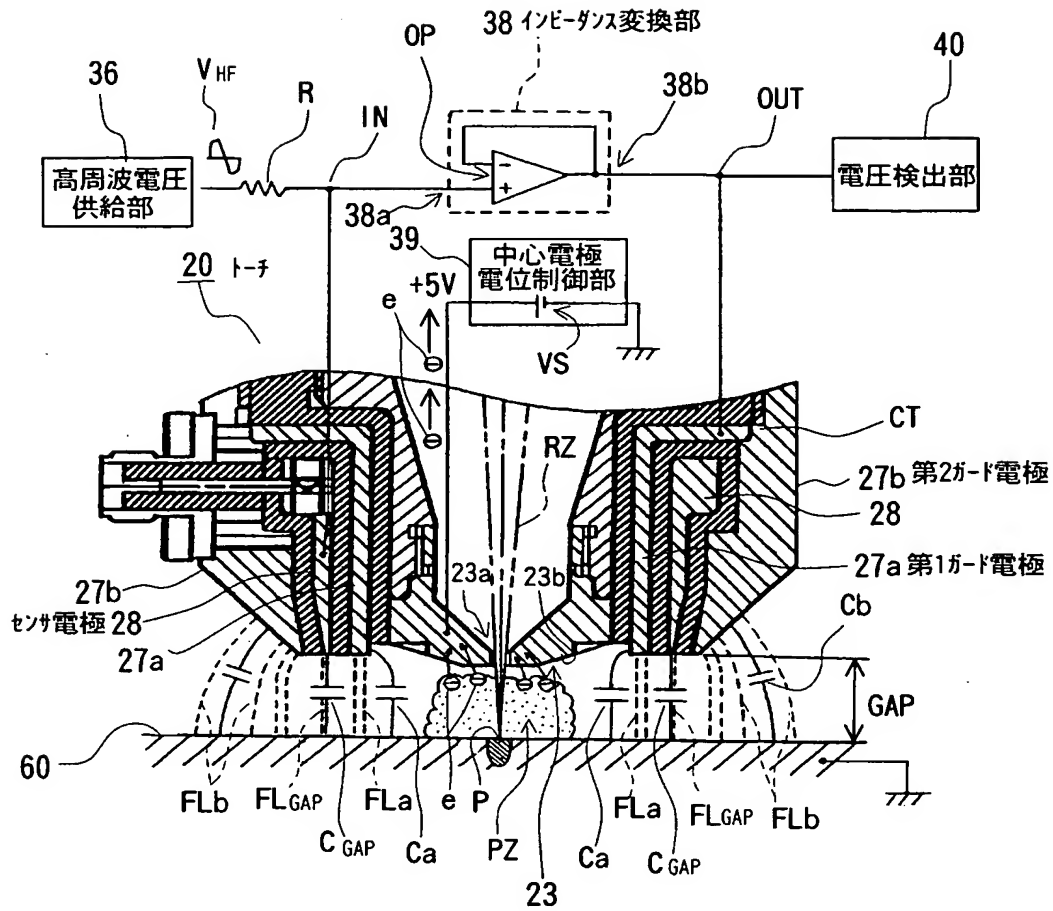
【図 4】



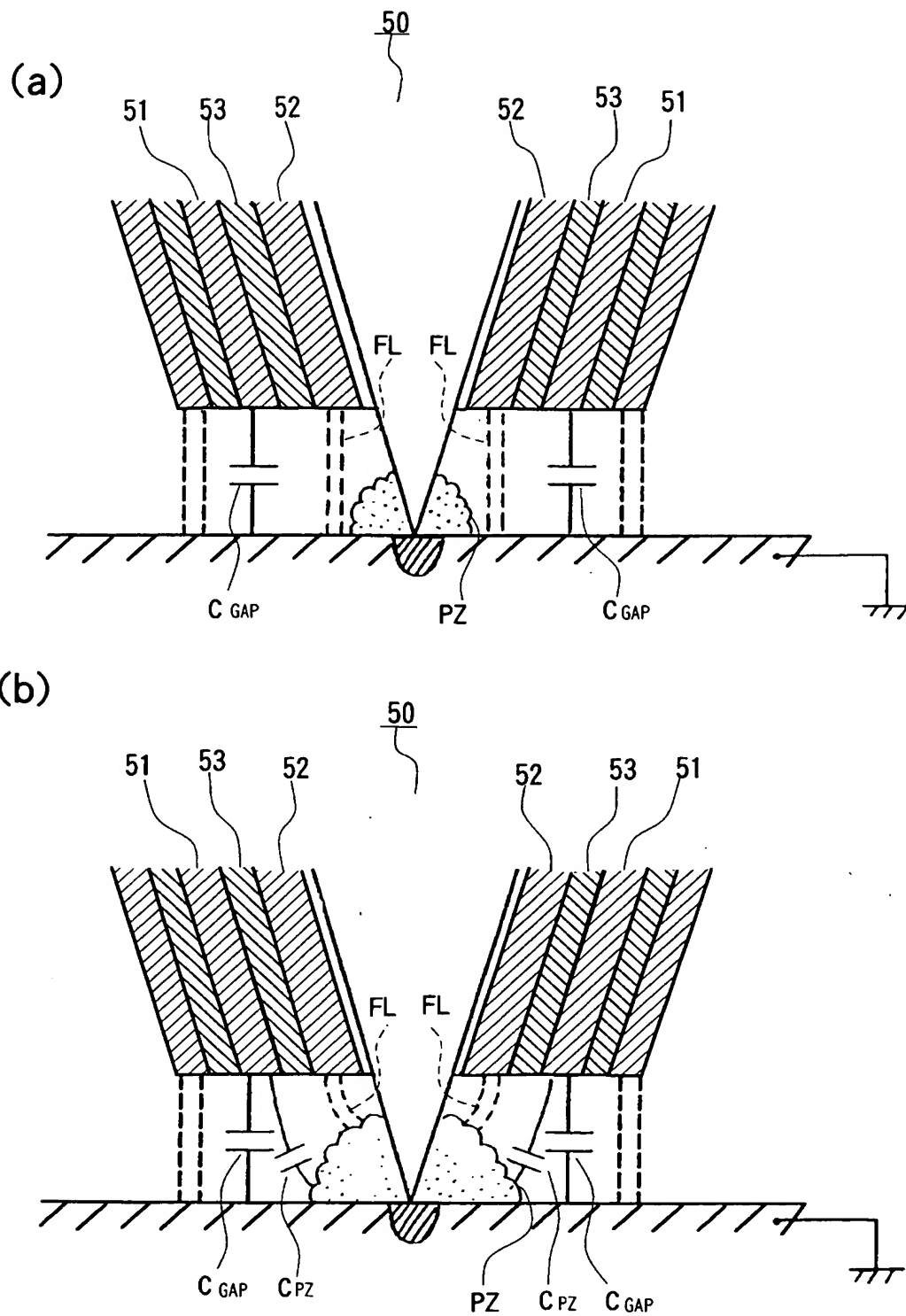
【図 5】



【図 6】



【図 7】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 レーザ光の照射によりプラズマが多く発生する場合であっても、倣い制御を正常に機能させることの出来る、レーザ加工機の提供。

【解決手段】 レーザ照射手段 20 は、環状電極 28 の内周に、中心電極 23 を有しており、中心電極電位制御手段 39 は、中心電極 23 の電位を、0 または正の定電圧に制御するので、該定電圧に制御された中心電極 23 上に存在する、レーザ光 R Z の照射により生じたプラズマ P Z 中の荷電粒子を、当該中心電極 23 を介して吸収することが可能となり、レーザ照射手段 20 とワーク 60 との間の空間における、プラズマ P Z の拡散を抑制することが出来る。これにより、プラズマ P Z が多量に発生する場合であっても、環状電極 28 からの電気力線がプラズマ P Z により乱されることがなくなり、環状電極 28 とワーク 60 との間に生じる静電容量 C G A P の変動を防止することが出来る。

【選択図】 図 5

認定・付加情報

特許出願の番号	特願 2 0 0 3 - 0 3 8 8 5 7
受付番号	5 0 3 0 0 2 5 1 2 1 3
書類名	特許願
担当官	第三担当上席 0 0 9 2
作成日	平成 1 5 年 2 月 2 1 日

< 認定情報・付加情報 >

【提出日】 平成15年 2月17日

次頁無

特願 2 0 0 3 - 0 3 8 8 5 7

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[0 0 0 1 1 4 7 8 7]

1 . 変更年月日

1 9 9 0 年 9 月 7 日

[変更理由]

新規登録

住 所

愛知県丹羽郡大口町大字小口字乗船 1 番地

氏 名

ヤマザキマザック株式会社